

Attorney Docket # 4452-583

Express Mail #EV353806410US  
Patent

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of  
Hubert BECK et al.  
Serial No.: n/a  
Filed: concurrently  
For: Selfpumping Hydropneumatic Spring Strut  
With Internal Level Control

**LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop **Patent Application**  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SIR:

In order to complete the claim to priority in the above-identified application under 35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

German Application No. **102 44 484.6-12**, filed on September 24, 2002,  
upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,  
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By



Thomas C. Pontani  
Reg. No. 29,763  
551 Fifth Avenue, Suite 1210  
New York, New York 10176  
(212) 687-2770

Dated: September 23, 2003



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 44 484.6

**Anmeldetag:** 24. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** ZF Sachs AG, Schweinfurt/DE

**Bezeichnung:** Selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein  
mit innerer Niveauregelung

**IPC:** F 16 F, B 60 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 4. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

**ZF Sachs AG  
Bogestraße 50  
53783 Eitorf**

**13. September 2002  
FRP 762  
St/cr**

### Patentansprüche

1. Selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem dämpfungsmittelgefüllten, unter dem Druck mindestens eines in einer Hochdruckkammer angeordneten und als Feder wirkenden Gaspolsters stehenden Arbeitszylinder, der durch einen von einer hohlen Kolbenstange getragenen Arbeitskolben in zwei Arbeitsräume unterteilt wird, mit einer durch die Federbewegungen angetriebenen und Dämpfungsmittel aus einer Niederdruckkammer in den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum fördernden Kolbenpumpe, deren Pumpenzylinder durch die hohle Kolbenstange gebildet ist, in die eine am Arbeitszylinder befestigte und an ihrem vorderen Ende ein Saugventil tragende hohle Pumpenstange eintaucht, deren Bohrung mit der Niederdruckkammer verbunden ist, und mit einer in Abhängigkeit von der Stellung des Arbeitskolbens im Arbeitszylinder verschließbaren Abregelöffnung, die den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum mit einem in die Niederdruckkammer mündenden Abregelkanal verbindet, wobei der Arbeitskolben über mindestens ein Rückschlagventil in einer Richtung vom Dämpfungsmittel durchströmt wird, wobei von einem Arbeitsraum ein

Kanal zu einem verstellbaren Dämpfungsventil verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass das verstellbare Dämpfungsventil (16) ein Stellelement (17) aufweist, welches mit dem Druck der Hochdruckkammer (3) und der Niederdruckkammer (2) beaufschlagt wird.

2. Federbein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (17) in mindestens einer Richtung federbeaufschlagt ist.

3. Federbein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungsventil (16) ein Ventil (21) aufweist, welches vom Stellelement (17) gesteuert wird.

4. Federbein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (21) als Federscheibenventil ausgebildet ist.

5. Federbein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Stellelement (17) über mindestens eine Strömungsverbindung (24) von der Hochdruckkammer (3) und/oder der Niederdruckkammer (2) angeströmt wird.

6. Federbein nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens eine Strömungsverbindung (24) eine Drosselstelle (25)  
aufweist.
7. Federbein nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Steuerelement (17) mit einem in einem Gehäuse angeordneten  
Kolben versehen ist, dessen eine Stirnseite mit dem Druck der Niederdruck-  
kammer (2) und dessen andere Stirnseite mit dem Druck der Hochdruck-  
kammer (3) beaufschlagt wird.
8. Federbein nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Stellelement (17) mit mindestens einem Anschlag (23, 26) ver-  
sehen ist.

### Selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung

Die Erfindung bezieht sich auf ein selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem dämpfungsmittelgefüllten, unter dem Druck mindestens eines in einer Hochdruckkammer angeordneten und als Feder wirkenden Gaspolsters stehenden Arbeitszylinder, der durch einen von einer hohlen Kolbenstange getragenen Arbeitskolben in zwei Arbeitsräume unterteilt wird, mit einer durch die Federbewegungen angetriebenen und Dämpfungsmittel aus einer Niederdruckkammer in den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum fördernden Kolbenpumpe, deren Pumpenzylinder durch die hohle Kolbenstange gebildet ist, in die eine am Arbeitszylinder befestigte und an ihrem vorderen Ende ein Saugventil tragende hohle Pumpenstange eintaucht, deren Bohrung mit der Niederdruckkammer verbunden ist, und mit einer in Abhängigkeit von der Stellung des Arbeitskolbens im Arbeitszylinder verschließbaren Abregelöffnung, die den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum mit einem in die Niederdruckkammer mündenden Abregelkanal verbindet, wobei der Arbeitskolben über mindestens ein Rückschlagventil in einer Richtung vom Dämpfungsmittel durchströmt wird, wobei von einem Arbeitsraum ein Kanal zu einem verstellbaren Dämpfungsventil verläuft.

Es sind derartige Federbeine bekannt (DE 38 16 102 C1), bei denen der Arbeitszylinder durch einen von einer Kolbenstange getragenen Arbeitskolben in zwei Arbeitsräume unterteilt wird und bei denen Rückschlagventile derart angeordnet sind, dass der Strömungsverlauf des Dämpfungsmittels gleichgerichtet erfolgt. Das bedeutet, dass das Dämpfungsmittel unabhängig von der Bewegungsrichtung des Arbeitskolbens ständig in einer Richtung strömt, wobei das Dämpfungsmittel jeweils von einem Arbeitsraum über einen Kanal vorbei an einem verstellbaren Dämpfungsventil direkt in den Hochdruckraum oder bei ausgefahrener Kolbenstange bei entsprechenden Druckverhältnissen in den anderen Arbeitsraum fließt. Da die hohle Pumpenstange über eine Bohrung mit dem Niederdruckraum verbunden ist, lassen sich bei einer derartigen Gestaltung sowohl eine innere Niveauregelung des Systems als auch eine extern ansteuerbare, stufenlos einstellbare Dämpfungskraftregelung erzeugen.

Es sind darüber hinaus Federbeine bekannt (DE 29 44 831 A1, DE-AS 23 56 802), bei denen der Arbeitszylinder durch einen von einer Kolbenstange getragenen Arbeitskolben in zwei Arbeitsräume unterteilt wird und bei denen der Arbeitskolben mit Ventilen zur Erzeugung einer Dämpfungskraft versehen ist. Dabei ist für jede Bewegungsrichtung des Arbeitskolbens ein entsprechendes Dämpfungsventil vorgesehen. Diese Dämpfungsventile dienen zur Erzeugung einer bestimmten vorgegebenen Dämpfungskraft im jeweiligen Kolben-geschwindigkeits- und/oder Belastungsbereich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung so weiter zu bilden, dass sich die Dämpfung bei

steigender Zuladung oder auch bei entsprechender Entladung in der Zug- und Druckstufe über den gesamten Hubbereich des Arbeitskolbens selbständig einregelt ohne Zuhilfenahme externer Ansteuerungen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das verstellbare Dämpfungsventil ein Stellelement aufweist, welches mit dem Druck der Hochdruckkammer und der Niederdruckkammer beaufschlagt wird.

Vorteilhaft ist hierbei, dass durch den Druck der Hochdruckkammer und den Druck der Niederdruckkammer, welche beide auf das Stellelement wirken, eine Dämpfungskraft erzielt wird, die dem jeweiligen Beladungszustand entspricht. Sobald eine Druckveränderung zwischen der Niederdruckkammer und der Hochdruckkammer auftritt, passt sich automatisch das Stellelement des verstellbaren Dämpfungsventiles an die neue Situation an und ändert seine Einstellung und damit auch die Dämpfungskraft in dem dann momentan herrschenden Beladungszustand.

Nach einem weiteren wesentlichen Merkmal ist vorgesehen, dass das Stellelement in mindestens einer Richtung federbeaufschlagt ist. Vorteilhaft ist hierbei, dass durch eine Federbeaufschlagung des Stellelementes eine Grunddämpfung erzielt werden kann.

Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass das Dämpfungsventil ein Ventil aufweist, welches vom Stellelement gesteuert wird. Hierbei ist von Vorteil, dass das Dämpfungsventil, welches das Stellelement aufweist mit dem eigentlichen, den Strömungskanal verschließenden Ventil versehen ist, wobei dieses Ventil als



Federscheibenventil ausgebildet sein kann. Es sind jedoch auch noch andere Ventilvarianten möglich, wie z.B. Sitzventil, Schraubenfederventil oder es lässt sich auch lediglich ein Steuerschieber mit dem Stellelement verbinden.

Eine fertigungstechnisch günstige Ausführungsform sieht vor, wenn das Stellelement in einem entsprechenden Gehäuse, einteilig mit dem Federbein verbunden oder auch als separates Bauteil herstellbar ist, wobei dann das Stellelement über entsprechende Strömungsverbindungen von der Hochdruckkammer und/oder der Niederdruckkammer angeströmt werden. Dabei sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung vor, dass mindestens eine Strömungsverbindung mit einer Drosselstelle versehen ist.

Ein weiteres Merkmal sieht vor, dass das Steuerelement mit einem in einem Gehäuse angeordneten Kolben versehen ist, dessen eine Stirnseite mit dem Druck der Niederdruckkammer und dessen andere Stirnseite mit dem Druck der Hochdruckkammer beaufschlagt wird.

Zur Erzielung einer vorgegebenen Eingangs- oder Enddämpfung ist vorgesehen, dass das Stellelement mit mindestens einem Anschlag versehen ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigt:

Figur 1 ein selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung und einem entsprechenden Dämpfungsventil im Schnitt

Figur 2 als Einzelheit das in Figur 1 dargestellte verstellbare Dämpfungsventil, geschnitten.

Die in Figur 1 dargestellte Niveauregelungsvorrichtung für Kraftfahrzeuge besteht im wesentlichen aus dem Arbeitszylinder 27 des Federbeines, in dem ein Arbeitskolben 28 am Ende einer Kolbenstange 5 gleitet. Der Arbeitszylinder 27 ist auf der einen Seite durch einen Boden und auf der anderen Seite durch einen Deckel abgeschlossen, durch den die Kolbenstange 5 abgedichtet nach außen tritt. Der Boden ist mittels Befestigungsteile am Aufbau des Fahrzeuges und die Kolbenstange mittels eines Befestigungsteiles an der Achse des Fahrzeuges in nicht dargestellter Weise befestigt.

Des weiteren zeigt das Federbein 1 eine Niederdruckkammer 2 und eine Hochdruckkammer 3, die beide mit zum Teil Dämpfungsmittel und Druckgas gefüllt sind, die Hochdruckkammer 3 ist dabei aus Diffusionsgründen mit einem Trennelement 4 zur Abtrennung des Dämpfungsmittels gegenüber dem Druckgas versehen.

Durch Ein- und Ausfedern der Kolbenstange 5 während des Fahrbetriebes des Kraftfahrzeuges wird das Dämpfungsmittel aus der Niederdruckkammer 2 über die hohle Pumpenstange 6 und dem Rückschlagventil 7 in den Pumpraum 8 gesaugt und von dort über ein weiteres Rückschlagventil 9 dem Arbeitsraum 10 zugeführt. Da der Arbeitsraum 10 mit der Hochdruckkammer 3 verbunden ist,

wird das Druckgas in der Hochdruckkammer 3 ständig weiter vorgespannt und die Kolbenstange 5 zusammen mit dem Arbeitskolben 28 wird dabei auswärts geschoben.

Ist die in Figur 1 dargestellte Niveaulage erreicht, verhindert der Bypass 11 ein weiteres Auswärtsschieben der Kolbenstange 7 bzw. des Arbeitskolbens 28. Wird das Kraftfahrzeug entladen, so federt die Kolbenstange 5 weiter aus und die Ablassbohrung 12 bekommt damit einen direkten Zugang zum Arbeitsraum 10 und sorgt für den Druckausgleich zwischen der Hochdruckkammer 3 und der Niederdruckkammer 2, so dass anschließend der Fahrzeugaufbau wieder abgesenkt wird, das heißt die Kolbenstange 5 zusammen mit dem Arbeitskolben 28 taucht wieder in den Arbeitszylinder 27 ein.

Die Dämpfung des Federbeines 1 erfolgt im wesentlichen dadurch, dass durch Einfedern der Kolbenstange 5 das Bodenrückschlagventil 13 schließt, wobei sich das Kolbenrückschlagventil 14 öffnet. Das von der Kolbenstange 5 aus dem Arbeitsraum 10 verdrängte Dämpfungsmittel wird über einen Ringkanal 15 durch das Dämpfungsventil 16 geleitet und der Hochdruckkammer 3 zugeführt.

Durch Ausfedern der Kolbenstange 5 schließt das Kolbenrückschlagventil 14 und das Bodenrückschlagventil 13 öffnet sich. Jetzt strömt das Dämpfungsmittel gemäß dem Kolbenringvolumen aus dem Arbeitsraum 10 über den Ringkanal 15 durch das Dämpfungsventil 16 in die Hochdruckkammer 3. Durch die Dimensionierung der Verdrängungsflächen (Kolbenstangenfläche/Kolbenringfläche) können unterschiedliche Volumenströme erreicht werden, die dann zwar gleichgerichtet das Dämpfungsventil 16 durchströmen, jedoch eine Variation an

Dämpfungsspreizung zwischen Zug- und Druckstufe zulassen. Obwohl die Kolbenstange 5 hohl ausgebildet ist, versteht der Fachmann unter dem Begriff Kolbenstangenfläche die Querschnittsfläche einer vollen Kolbenstange. Unter der Bezeichnung Kolbenringfläche ist die der Kolbenstange 5 zugewandten Fläche des Arbeitskolbens 28 gemeint, bestehend aus der Fläche, ausgehend von der Innenwandung des Arbeitszylinders 27 bis zur Außenfläche der Kolbenstange 5. Wenn die Kolbenstangenfläche und die Kolbenringfläche eine unterschiedliche Größe aufweisen, wird ein unterschiedlich großes Volumen in der Druckstufe sowie in der Zugstufe bewegt. Dies bedeutet, dass die Dämpfungskraft zwischen der Zug- und der Druckstufe bei gleicher Einstellung des Dämpfungsventiles 16 unterschiedlich groß auslegbar ist. Ein Steuerelement 17, im wesentlichen als Kolben ausgebildet, trennt dichtend den Hochdrucksteuerraum 18 und den Niederdrucksteuerraum 19 voneinander, wobei der Fortsatz des Steuerelementes 17 dichtend einen Zwischenboden 20 durchsetzt, auf dessen anderer Seite ein Ventil 21 angeordnet ist. Zwischen dem Steuerelement 17 und dem Zwischenboden 20 ist eine Feder 22 angeordnet, die das Steuerelement 17 auf den äußeren Anschlag 23 hält. Der Kanal 24a verbindet die Hochdruckkammer 3 mit dem Hochdrucksteuerraum 18 und der Kanal 24b die Niederdruckkammer 2 mit dem Niederdrucksteuerraum 19.

Wird das Dämpfungsventil 16 bei geringer Zuladung des Fahrzeuges angeströmt, ist der Druckunterschied des Hochdrucksteuerraumes 18 und des Niederdrucksteuerraumes 19 lediglich geringfügig unterschiedlich, so dass das Steuerelement 17 von der Feder 22 auf dem äußeren Anschlag 23 gehalten wird.

Wird die Zuladung des Kraftfahrzeuges erhöht, so steigt auch der Druck des Hochdrucksteuerraumes 18, wobei gleichzeitig der Druck des Niederdrucksteuerraumes 19 fällt. Die Folge ist eine Wegverstellung des Steuerelementes 17 gegen die Feder 22 und eine Anhebung der Dämpfungskraft, da das Ventil 21 mit einer größeren Vorspannung beaufschlagt wird. Damit die Druckschwankungen bei extrem großen Kolbenstangenhüben die Dämpfung nicht übermäßig beeinträchtigt, ist eine Drossel 25, bevorzugt im Kanal 24a vorgesehen. Die Drossel kann jedoch auch im Kanal 24b oder in beiden Kanälen 24a und 24b vorgenommen werden.

Durch die Dimensionierung der druckbeaufschlagten Flächen am Steuerelement 17 bzw. durch die Wahl der Feder 22 lässt sich die Charakteristik der lastabhängigen Dämpfungsverstellung variieren. Soll ein Maximum an Dämpfung nicht überschritten werden, so kann das Steuerelement 17 auf einen inneren Anschlag 26 zur Anlage kommen.

Die Ausführung des Ventils 21, in Figur 1 und 2 als Plattenventil ausgebildet, lässt sich jedoch auch als Schraubenfederventil, Kombiventil oder eines ähnlichen Ventils ausbilden.

Bezugszeichenliste

- 1 - Federbein
- 2 - Niederdruckkammer
- 3 - Hochdruckkammer
- 4 - Trennelement (Membrane)
- 5 - Kolbenstange
- 6 - Pumpenstange
- 7 - Rückschlagventil
- 8 - Pumpraum
- 9 - Rückschlagventil
- 10 - Arbeitsraum
- 11 - Bypass
- 12 - Ablassbohrung
- 13 - Bodenrückschlagventil
- 14 - Kolbenrückschlagventil
- 15 - Ringkanal
- 16 - Dämpfungsventil
- 17 - Stellelement
- 18 - Hochdrucksteuerraum
- 19 - Niederdrucksteuerraum
- 20 - Zwischenboden
- 21 - Ventil
- 22 - Feder
- 23 - äußere Anschlag
- 24a - Kanal
- 24b - Kanal

- 25 - Drossel
- 26 - innerer Anschlag
- 27 - Arbeitszylinder
- 28 - Arbeitskolben

### Zusammenfassung

Selbstpumpendes hydropneumatisches Federbein mit innerer Niveauregelung, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem dämpfungsmittelgefüllten, unter dem Druck mindestens eines in einer Hochdruckkammer angeordneten und als Feder wirkenden Gaspolsters stehenden Arbeitszylinder, der durch einen von einer hohlen Kolbenstange getragenen Arbeitskolben in zwei Arbeitsräume unterteilt wird, mit einer durch die Federbewegungen angetriebenen und Dämpfungsmittel aus einer Niederdruckkammer in den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum fördernden Kolbenpumpe, deren Pumpenzylinder durch die hohle Kolbenstange gebildet ist, in die eine am Arbeitszylinder befestigte und an ihrem vorderen Ende ein Saugventil tragende hohle Pumpenstange eintaucht, deren Bohrung mit der Niederdruckkammer verbunden ist, und mit einer in Abhängigkeit von der Stellung des Arbeitskolbens im Arbeitszylinder verschließbaren Abregelöffnung, die den mit der Hochdruckkammer verbundenen Arbeitsraum mit einem in die Niederdruckkammer mündenden Abregelkanal verbindet, wobei der Arbeitskolben über mindestens ein Rückschlagventil in einer Richtung vom Dämpfungsmittel durchströmt wird, wobei von einem Arbeitsraum ein Kanal zu einem verstellbaren Dämpfungsventil verläuft, wobei das verstellbare Dämpfungsventil ein Stellelement aufweist, welches mit dem Druck der Hochdruckkammer und der Niederdruckkammer beaufschlagt wird.



